



PRIMING, GERSTE UND DAS »SCHÖN-WETTER-EXPERIMENT«

Das Experteninterview

Bildquelle: © JKI

mit Dr. Adam Schikora vom Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik am Julius Kühn-Institut (JKI) in Braunschweig

Priming ist ein faszinierendes Phänomen, bei dem Pflanzen durch eine vorherige Stimulation schneller und stärker auf Trockenheit und Hitze oder auch Infektionen durch Krankheitserreger reagieren können. Ausgelöst wird Priming durch bestimmte Substanzen, die Verwundung der Blätter oder die Besiedlung der Wurzeln mit bestimmten Mikroben. Bei einem späteren Schädlingsbefall oder bei Trockenheit sind die Krankheitssymptome geprimter Pflanzen wesentlich geringer. Durch das Priming wurde die Pflanze zuvor in einen Alarmzustand versetzt. Kommerziell nutzt man bereits das chemische Priming. Dabei werden Pflanzen gezielt mit synthetischen Stoffen vorbehandelt, um besser auf Stress reagieren zu können. Vermehrt rückt nun auch das Potenzial des Primings für den biologischen Pflanzenschutz sowie die Züchtung in den Vordergrund. Im folgenden Experteninterview spricht Dr. Adam Schikora vom Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik am Julius Kühn-Institut (JKI) in Braunschweig über seine Arbeit und seine Visionen im Projekt PrimedPlant. Im Rahmen von PrimedPlant werden die Potenziale und molekularen Mechanismen des Primings bei Gerste untersucht, ein entscheidender Ansatz zur Verbesserung der Resistenz einer unserer wichtigsten Kulturpflanzenarten.

Das Forschungsprojekt PrimedPlant startete kürzlich in die zweite Projektphase. Zuvor hatte das Team bei Experimenten herausgefunden, dass Priming die Widerstandsfähigkeit von Gerste gegen gefährdete Krankheiten wie Mehltau und Zwergrost steigern kann. Funktioniert das auch unter realen Anbaubedingungen? Feldversuche sollen das jetzt bestätigen. Wir sprachen darüber mit Dr. Adam Schikora vom Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Braunschweig.

Sie erforschen im BMBF-Projekt PrimedPlant das Phänomen des Primings. Was versteht man darunter?

Priming bewirkt, dass Pflanzen schneller und stärker auf Stress reagieren können,

etwa bei einer Infektion mit Krankheitserregern oder Trockenheit. Die Pflanzen sind durch Priming „vorgewarnt“. Man könnte das im übertragenen Sinne mit dem menschlichen Immunsystem vergleichen. Wenn wir schon die richtigen Antikörper in uns tragen – das Thema ist ja gerade in Zeiten von Corona sehr aktuell – dann können Pathogene wie Viren problemlos abgewehrt werden.

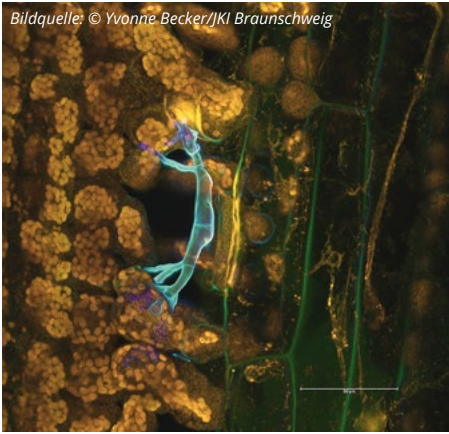
So wie eine Impfung?

Der Mechanismus ist zwar komplett anders, aber konzeptuell ähnlich. Man gibt der Pflanze die Möglichkeit, sich besser zu wehren. Der Zustand eines aktiven Primings bedeutet, dass die Pflanzen durch den Kontakt mit bestimmten Stoffen, beispielsweise bestimmten Chemikalien oder bakteriellen Komponenten, in einen

Alarmzustand versetzt werden. Kommt dann ein Krankheitserreger, ist die Pflanze darauf schon weitgehend vorbereitet und abwehrbereit.

Was wollen Sie über das Phänomen herausfinden und warum haben Sie als Versuchspflanze Gerste gewählt?

Das Phänomen kennen wir schon länger. Was wir noch nicht wissen ist, welche genetischen Faktoren bei den Pflanzen hier eine Rolle spielen. Nicht in jedem Genotyp kann Priming gleich gut aktiviert werden. Natürlich kann man das auch mit Modellpflanzen wie *Arabidopsis thaliana* erforschen, aber die möchte man nicht unbedingt essen (lacht). Wir wollten eine Nutzpflanze verwenden und das JKI-Institut für Resistenzforschung und Stress-



Bildquelle: © Yvonne Becker/JKI Braunschweig

Befall eines Gerstenblatts durch den Schadpilz *Puccinia hordei*. Priming bedeutet, dass Pflanzen bei Kontakt mit bestimmten Substanzen in einen erhöhten Abwehrzustand versetzt werden. Das schützt sie, wenn später Krankheitserreger angreifen oder extreme Wetterbedingungen auftreten. Könnte man dieses Phänomen nutzen, um auch Kulturpflanzen durch Züchtung gezielt widerstandsfähiger zu machen? Dieser Frage geht das Forschungsprojekt PrimedPlant am Beispiel von Gerste nach.

toleranz in Quedlinburg, ein Partner in unserem Projekt, hat einen sehr großen genetischen Pool mit vielen Gerste-Genotypen. An diesem Fundus wollten wir unsere Hypothesen testen, zumal dieses Getreide in Deutschland von großer Bedeutung ist.

Welche Hypothesen?

Wir haben uns erstens gefragt, ob man Gerste überhaupt primen kann. Und zweitens, ob wir die verantwortlichen Faktoren im Genom der Pflanze finden können. Unsere Annahme am Anfang des Projektes war: Wenn wir diese beiden Fra-



Bildquelle: © Gwendolin Wehner/JKI Quedlinburg

Uredosporen von *Puccinia hordei* auf einem Gerstenblatt. Die behandelten Pflanzen wurden anschließend Schadpilzen ausgesetzt und ihre Reaktionen darauf analysiert. Dabei zeigte sich, welche Genotypen besonders gut primebar waren und damit widerstandsfähiger gegen Krankheitserreger.



Bildquelle: © Gwendolin Wehner/JKI Quedlinburg

Gerste im Gewächshaus. Zu Beginn des Projektes testete das Projektteam an 200 Linien, ob und in welchem Maß die unterschiedlichen Genotypen primebar sind. Dafür wurden bestimmte bakterielle Moleküle als „Priming-Auslöser“ (Induktoren) eingesetzt.

gen mit „ja“ beantworten können, dann könnten wir anhand der genetischen Eigenschaften vorhersagen, welche Pflanzen bzw. Pflanzenlinien Priming zeigen. Dann könnten Züchter diese Eigenschaft gezielt selektieren und am Ende den Landwirten primebare Sorten anbieten. Das ist unser Ziel.

Welchen Auslöser für das Priming verwenden Sie im Projekt?

Da kommen wir zu meinem speziellen Fachgebiet, in dem ich am Institut für Epidemiologie und Pathodiagnostik arbeite: Wir wollen untersuchen, inwiefern im Boden vorkommende Bakterien diesen Job übernehmen. Diese produzieren spezielle Signalmoleküle für die Kommunikation untereinander. Doch Pflanzen können „zuhören“ und darauf reagieren. Wenn also ein passendes Mikrobiom im Boden die Pflanze primen kann, dann

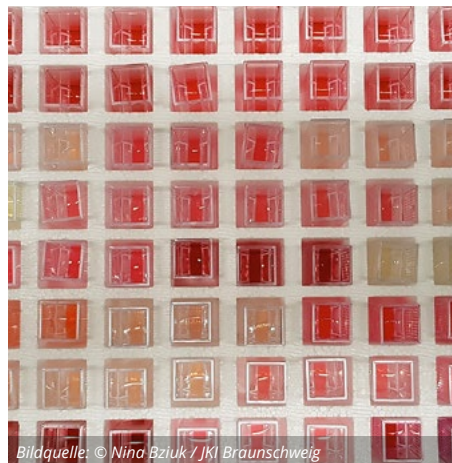
brauchen Landwirte später auch keine Chemikalien für das Priming einsetzen.

Sind das spezielle Bakterien?

Nein. Wir benutzen als Modell ganz „normale“ Knöllchenbakterien, die in unseren heimischen Böden natürlicherweise zu finden sind, und von denen wir wissen, dass sie Priming auslösen können.

Wie sind sie dabei vorgegangen?

Wir haben zunächst die Gerste vor der Keimung mit einem Bakterienstamm „beimpft“ – wir nennen das Inokulation – von dem wir wissen, dass er Priming induziert. Dann kommt es auf das Anbausystem an: Im Gewächshaus haben wir sie zwei Mal inokuliert und dann untersucht. Auf dem Feld werden zunächst die Samen inokuliert und ausgesät. Dann versorgen wir sie dort noch zusätzlich mit den förderlichen Bakterien, indem wir die Pflan-



Bildquelle: © Nina Bziuk / JKI Braunschweig

Das Team analysierte im Labor, welche physiologischen Reaktionen durch den Stress hervorgerufen werden und wie die Schaderreger mit den Pflanzen interagieren. Es wurden auch genomweite Assoziationsstudien durchgeführt, um herauszufinden, welche genetischen Elemente für ein Priming essentiell sind.



Bildquelle: Dimitar Kostadinov Douchkov/IPK Gatersleben

Myzel von Schadpilz *Blumeria graminis* auf einem Gerstenblatt. In der ersten Projektphase (2016-2019) zeigte sich bereits, dass ein Priming von Gerste durch Knöllchenbakterien (*Ensifer meliloti*) möglich ist, die auch natürlicherweise im Boden vorkommen. Die geprimten Pflanzen waren gegen verschiedene Krankheitserreger wie Mehltau und Zwergrost sowie Schädlinge wie Blattläuse deutlich widerstandsfähiger.

zen mit Wasser gießen, das die Bakterien enthält. Es trifft sich ganz gut, dass wir heute miteinander sprechen, weil wir gerade ein kleines Feldexperiment bei uns angefangen haben.

Wir haben in der ersten Projektphase von 2016 bis 2019 herausgefunden, dass Gerste sehr wohl primebar ist. Die behandelten Pflanzen waren widerstandsfähiger gegen Krankheitserreger, die Mehltau und Zwergrost verursachen. Aber auch gegenüber Schadinsekten. Diese Erkenntnisse wollen wir in der zweiten Phase nun auch im Feld testen.

Wieso sind noch Feldversuche notwendig?

Wir wollen untersuchen, wie sich die geprimte Gerste unter natürlichen Bedingungen verhält. Was im Labor und



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

PrimedPlant

Priming als eine Strategie zur Verbesserung der Resistenz von Kulturpflanzen und ein mögliches Züchtungsziel

- **Versuchspflanze:** Gerste
- **Förderprogramm:** Pflanzenzüchtungsforschung für die Bioökonomie (BMBF)
- **Förderkennzeichen:** 031B0196/031B0886
- **Laufzeit:** 01.10.2016 – 30.09.2019/01.02.2020 – 31.01.2023
- **Projektbeteiligte (Phase II):** Justus-Liebig-Universität Gießen, Julius Kühn-Institut (JKI) – Institut für Epidemiologie und Pathodiagnostik (Braunschweig), Julius Kühn-Institut (JKI) – Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz (Quedlinburg), Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Gatersleben, Ackermann Saatzeit GmbH, Limagrain GmbH, ABiTEP GmbH
- **Mehr Informationen**
www.pflanzenforschung.de/qr/PrimedPlant



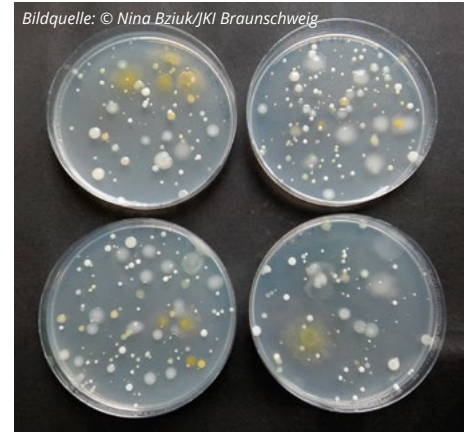
Bildquelle: © Yvonne Becker/JKI Braunschweig

Keimende Blumeria graminis Spore. Ein weiteres Ergebnis ist, dass der Effekt stark vom jeweiligen Genotyp abhängt. Einige Linien ließen sich gut primen, andere überhaupt nicht. Zwei spezifische Genomabschnitte konnte das Team identifizieren (sogenannte quantitative trait loci oder kurz QTLs), die für ein erfolgreiches Priming notwendig sind.

Gewächshaus funktioniert, muss nicht notwendigerweise auch auf dem Feld funktionieren. Daher planen wir große Feldversuche an zwei Standorten, in Nord- und in Süddeutschland. Sie unterscheiden sich nicht nur in den Böden und damit auch im jeweils vorhandenen Mikrobiom, sondern auch in der Anbaugeschichte und dem Klima.

Haben sie auch schon die genetischen Faktoren gefunden, die Gerste primebar machen?

Ja, wir haben zwei Regionen im Erbgut gefunden, die für das Priming nötig sind. Das ist wichtig, um molekulare Marker für die Züchtung zu entwickeln. Aber die



Bildquelle: © Nina Bziuk/JKI Braunschweig

Bodenmikrobiome: Bakterielle Isolate aus der Rhizosphäre einer Gerstenpflanze. In der zweiten Phase des Projekts (2020-2023) sollen nun Marker für diese QTLs identifiziert werden, um gezielt primebare Gerstensorten züchten zu können. Zusätzlich wird das natürliche Bodenmikrobiom der Gerste genauer analysiert. Dabei soll auch die Frage geklärt werden, ob sich Priming-induzierende Mikroorganismen gegen anderen Mikroorganismen im Boden durchsetzen können.

zweite Projektphase läuft jetzt erst an und die aktuelle Lage mit dem Coronavirus hat alles etwas verzögert. Aber wir sind froh, dass wir zumindest den kleinen Feldversuch bei uns starten konnten: Intern nennen wir ihn unser „Schön-Wetter-Experiment“ – dafür kamen alle gern aus dem Home-Office, um mit zwei Metern Abstand die Gerste auf dem Feld auszusäen.

Haben Sie vielen Dank für das Gespräch und viel Erfolg bei Ihrem Projekt!



Bildquelle: © Adam Schikora/JKI Braunschweig

So sieht das „Schön-Wetter-Experiment“ am JKI Braunschweig aus. In der zweiten Projektphase beginnen auch Feldversuche an zwei Standorten – in Bayern und Niedersachsen. Hier werden zwei Referenzsorten und fünf Gerste-Linien angebaut, die unterschiedlich primebar sind. Das Team überprüft dabei, wie die unterschiedlichen Genotypen unter Feldbedingungen reagieren. Das Priming erfolgt durch Bakterien, die im Gießwasser enthalten sind.



Zum Weiterlesen und Recherchieren

Robuster durch Priming

Das Projekt PrimedPlant

Sogenannte geprimte Pflanzen reagieren schneller und stärker auf Stressfaktoren. Könnte man dieses Phänomen nutzen, um auch Kulturpflanzen durch Züchtung gezielt widerstandsfähiger gegen Krankheitserreger und Extremwetter zu machen?

www.pflanzenforschung.de/qr/priming

Forschung in Bildern

Das Projekt PrimedPlant – Widerstandsfähigere Nutzpflanzen durch Priming?

Großformatige Bildstrecke aus dem Projekt PrimedPlant.

www.pflanzenforschung.de/qr/Bildstrecke_PrimedPlant

Der heilige Gral der Pflanzenforschung:

Neue Möglichkeit entdeckt, Pflanzen widerstandsfähiger zu machen

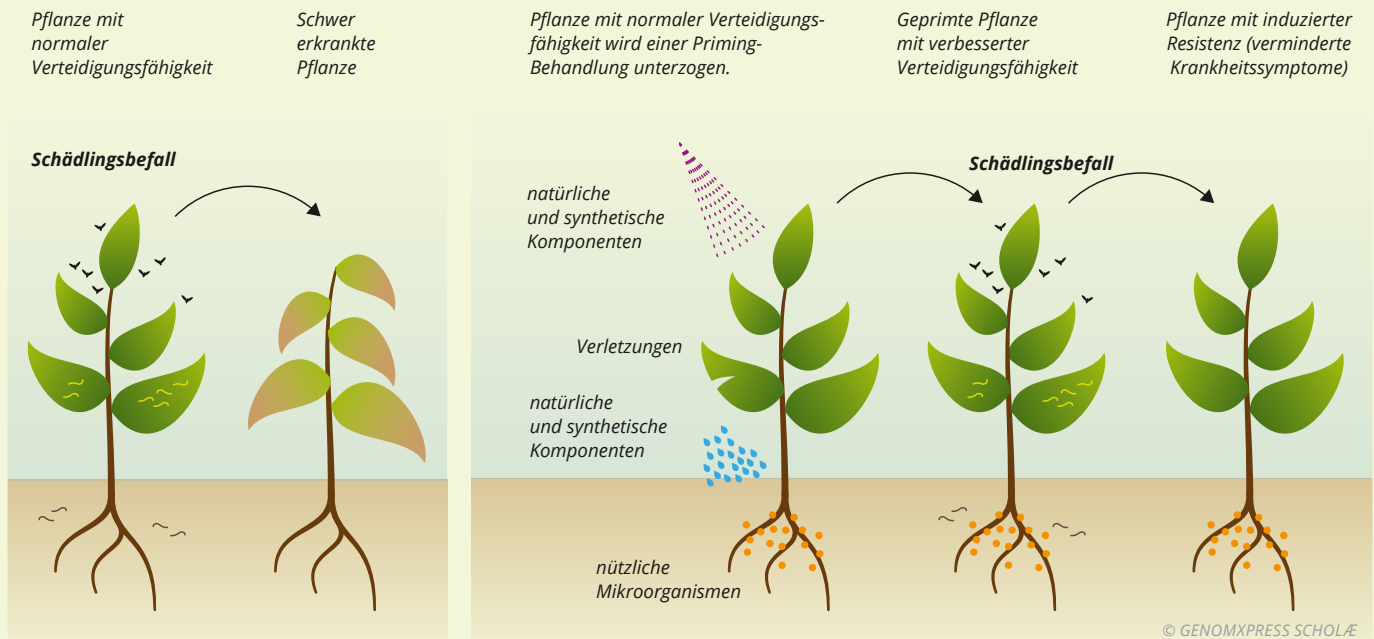
Menschen können durch Impfungen vor Krankheiten geschützt werden. Bei Pflanzen ist das bisher nicht möglich. Aber neue Erkenntnisse lassen diese Option in greifbare Nähe rücken. Ein Team der Universität Münster hat festgestellt, dass Pflanzen durch einen aus Pilzen stammenden Vielfachzucker „immunisiert“ werden können. Bei einem Befall reagieren sie schneller und stärker auf Krankheitserreger. Ausschlaggebend dafür ist das spezifische chemische Muster dieser Chitosane. Für die Forschung auf diesem Gebiet könnte die Studie ein Durchbruch sein.

www.pflanzenforschung.de/qr/der-heilige-gral



Arbeitsaufträge

1. Betrachte die Infografik und vergegenwärtige dir das Prinzip des Primings.
2. Lies das Interview und arbeite die Ziele des Projekts PrimedPlant heraus.
3. Lies das Projektporträt von PrimedPlant „Robuster durch Priming“ (siehe „Zum Weiterlesen und Recherchieren“). Hier findet sich eine detailliertere Beschreibung der Projektdurchführung von PrimedPlant. Beantworte im Anschluss folgende Fragen: Welche Arbeitsschritte wurden bereits durchgeführt, welche sind geplant? Welche Ergebnisse liegen bereits vor?



Wege zur Induktion von Priming

Priming bewirkt, dass Pflanzen schneller und stärker auf Stress reagieren können, etwa bei einer Infektion mit Krankheitserregern oder bei Trockenheit. Die Pflanzen sind durch das Priming „vorgewarnt“. Priming bei Pflanzen kann durch bestimmte natürliche oder synthetische Substanzen, Schädlingsbefall, die Verwundung der Pflanzen oder die Besiedlung der Wurzeln mit Mykorrhizapilzen, wachstumsfördernden Pilzen und Rhizobakterien verursacht werden. Das Priming bewirkt eine Verminderung der Krankheitssymptome durch eine erhöhte Resistenz (rechts), die bei nicht geprimten Pflanzen (links) nicht zu beobachten ist. (Nach: Conrath U. (2009) Chapter 9 Priming of induced plant defense responses, Adv. Bot. Res., Academic Press, 51:361-395. doi.org/10.1016/S0065-2296(09)51009-9)